

令和 3 年 6 月 28 日現在

機関番号：32409

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K12160

研究課題名(和文) 動画像によるてんかん発作検知システムの研究開発

研究課題名(英文) Detection of seizures in epilepsy using video analysis

研究代表者

渡邊 さつき (Watanabe, Satsuki)

埼玉医科大学・医学部・講師

研究者番号：30796016

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、動画像解析を用いたてんかん発作検知・記録・アラートシステムの実現であった。

研究実施期間内に、病棟で実施されている約5日間に及ぶ長時間ビデオ脳波検査のデータを83人分取得した。取得したデータを、特許取得済みの強直間代発作(いわゆる全身けいれん)の検知アルゴリズムを用いて解析し、その精度や誤検出の原因について検証した。学術論文として投稿準備中である。本研究では、自宅や入所施設などでも利用できるシステムを目指している。県内企業に依頼し、発作検知デバイスの試作品の製作を行った。試作品テストの結果、パソコン性能の見直しやプログラムの改良が必要であることが判明したため、修正作業を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

てんかんは100人に1人が罹患する神経疾患で、全身けいれんをおこすことは多い。全身けいれんの際には脳や呼吸・循環器系への影響が大きく、発作時の素早い介助や症状観察が重要である。しかし、睡眠中など患者や家族が気づかない間に発作になっていることがあり、発作の自動検知のニーズは大きい。本研究では全身けいれんをビデオ画像のみで自動検知することに成功した。リアルタイムにてんかん発作を検知し、同時に、動画像からてんかん発作と判定された部分を自動的に切り出し保存することで、医師の診断の支援や、介護者の負担軽減を図るシステムが実現されると考える。今後は、自宅でも使用可能な小型デバイスを開発していきたい。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study was to create seizure detection, recording and alert system using video analysis.

We obtained data of 83 patients with epilepsy who received 5 days of long-term video electroencephalogram recording. We applied a patented generalized tonic-clonic seizure detection algorithm to the data and validated sensitivity and causes of false positive. The paper is under preparation for submitting to a medical journal.

The final goal of our study is to obtain seizure detection system which can be used at home or nursing home. We had asked a company in Saitama prefecture to make a prototype of seizure detection device. As a result of testing the prototype, we needed to upgrade performance of the computer and to modify the program.

研究分野：てんかん

キーワード：発作検知 てんかん発作 動画像解析 強直間代発作

1. 研究開始当初の背景

てんかんは最も頻度の高い神経疾患の一つで、有病率は約1%である。てんかんは反復性の発作を特徴とし、様々な種類の発作がある。てんかん発作の問題点は、発作による外傷や呼吸循環動態の悪化が起こりうる、発作を自覚できないことがある、いつどこで発作がおこるか予測不能、の3点である。目撃者のいない環境で発作を把握し対応や診断を行うには、何らかの手段で生体情報をセンシングし、その生体情報から発作を自動で検知するプログラムと、発作アラートおよび発作記録システムの構築が必要である。

これまでは脳波解析による発作検知の研究が盛んに行われてきた。脳波解析以外に、心拍・呼吸・血圧などをモニターする方法や、加速度計や筋電図により発作時の身体の動きを検出する方法もある(Van de Vel, Epilepsy Behav, 2016)。しかしいずれの手法も、長時間装着することの負担やノイズの影響が大きく、専用の機器が必要など、課題が多い。一方、動画解析による発作検出は、根本的に非接触であるため患者への負担がないという大きな利点がある。さらに、スマートフォンやwebカメラが普及しているため、入院環境以外での動画撮影・発作検知アラート・発作時動画保存システムの導入が容易である(図1)。

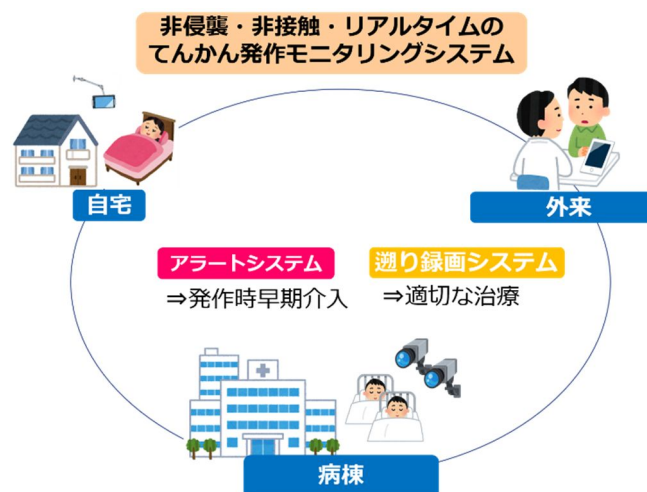


図1 てんかん発作モニタリングシステムのイメージ

2. 研究の目的

本研究の目的は、ビデオ脳波記録の動画像からリアルタイムでてんかん発作を検出するアルゴリズムの構築、および自宅でも利用可能な発作アラート・記録システムの作成である。強直間代発作(いわゆる全身けいれん)は、早期介入が特に必要な重症度の高い発作であるため、まずは強直間代発作の検知アルゴリズムの構築を行うこととした。また、自宅・入所施設等で簡便に利用できるシステムを目指すため、発作検知デバイスの作成にも取り組むこととした。

3. 研究の方法

(1) デザイン

前向き観察研究

(2) 研究対象者

登録基準 当院で長時間ビデオ脳波検査を受けた患者(除外基準なし)

(3) スケジュール

入院環境下で、通常診療範囲内で実施された、通常5日間(発作頻度等によって2~8日間に短縮・延長あり)の長時間ビデオ脳波検査のデータを研究に使用する。

(4) 観察項目/調査項目/検査項目

- ・ 通常診療で得られた長時間ビデオ脳波検査データを用いる
- ・ 発作型、発作起始部位、発作開始時間および持続時間を同定
- ・ 作成した発作検知アルゴリズムを適用し、その検知精度（感度・特異度）を検証する

4. 研究成果

(1) 発作検知アルゴリズムの作成と検証

研究代表施設の埼玉医科大学病院では、入院患者の長時間ビデオ脳波検査データを蓄積しつつ、発作に関する詳細をてんかん専門医が分析した。その結果について学会報告を行った。研究協力施設である東京農工大学では、強直間代発作検知アルゴリズムの作成・改良に取り組み、データ解析手法について検討を行って国際学会等で成果を発表した。

作成した強直間代発作検知アルゴリズムを用いて、長時間ビデオ脳波検査データの解析を開始した。第52回てんかん学会学術集会記念シンポジウムにて、途中経過を報告した。

< 報告概要 >

VEEG 検査で記録された強直間代発作動画像 15 個（合計 7 時間 44 分）を 3 群に分けて cross-validation study を行った。トレーニングセット 2 群で最も高い精度が得られたパラメーターをテストセットに適用し検知精度を算出したところ、発作検知感度 0.93、誤検出なし、という高精度の結果が得られた。更に、同じ患者の長時間記録データ（合計 905 時間）の解析を行ったところ、感度 0.93、誤検出 15.91 sec/24h という結果が得られた（図 2）。

2020 年度は COVID-19 パンデミックのため、検査入院件数が減少するとともに、研究活動や学会活動も制約を受け、研究計画の遅延が生じた。現在データ解析を行い、論文投稿準備中である。

(2) 発作検知デバイスの作成

複数の企業と面談し、県内企業と発作検知デバイスの試作を開始した。2020 年 4 月より、別のベンチャー企業 Chainos Japan と秘密保持契約を交わし、改めて開発を開始した。製作した試作デバイスをテストした結果、カメラ性能やプログラムの改良が必要ながわかり、修正作業を行った。

発作時動画（合計7h44m）での検出感度

Test set	Training set	感度	誤検出 (sec/24h)
A	B, C	0.8	0.0
B	A, C	1	0.0
C	A, B	1	0.0
Average		0.93	0.0

長時間記録（合計905h）での検出感度

	感度	誤検出 (sec/24h)
Average	0.93	15.91

図2 強直間代発作の検出感度

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Sakai T, Shoji T, Yhoshida N, Fukumori K, Tanaka Y, Tanaka T
2. 発表標題 ScalpNet: Detection of spatiotemporal abnormal intervals in epileptic EEG using convolutional neural networks
3. 学会等名 ICASSP 2020 Virtual Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 スパース制約を用いたグラフブラインド逆畳み込み
2. 発表標題 岩田和磨、山田宏樹、田中雄一
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塚越直人、渡邊さつき、安田喜内、仲野浩、寺井弘江、友部未来、諸貫孝久、武内信一、森吉美穂、前田卓哉
2. 発表標題 当院精神科におけるVEEGの実態調査
3. 学会等名 第48回埼玉県医学検査学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Watanabe S
2. 発表標題 Detection of seizures
3. 学会等名 19th International Symposium on Severe Infantile Epilepsies: Old and New Treatments (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sakai T, Shoji T, Yhoshida N, Fukumori K, Tanaka Y, Tanaka T
2. 発表標題 ScalpNet: Detection of spatiotemporal abnormal intervals in epileptic EEG using convolutional neural networks
3. 学会等名 ICASSP 2020 Virtual Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩田和磨、山田宏樹、田中雄一
2. 発表標題 スパース制約を用いたグラフブラインド逆量み込み
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塚越直人、渡邊さつき、安田喜内、仲野浩、寺井弘江、友部未来、諸貫孝久、武内信一、森吉美穂、前田卓哉
2. 発表標題 当院精神科におけるVEEGの実態調査
3. 学会等名 第48回埼玉県医学検査学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡邊さつき
2. 発表標題 発作を捉えて臨床に生かす～てんかん発作検知研究～
3. 学会等名 第52回日本てんかん学会学術集会記念シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshinao Yazaki, Satsuki Watanabe, Yuichi Tanaka
2. 発表標題 Automatic detection of tonic-clonic seizures in epilepsy based on low-complexity video analysis
3. 学会等名 The 41st International Engineering in Medicine and Biology Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊さつき
2. 発表標題 動画像による発作検知
3. 学会等名 第52回日本てんかん学会学術総会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	田中 雄一 (Tanaka Yuich) (10547029)	東京農工大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授 (12605)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------